人机交互智能管理对初发 2 型糖尿病患者血糖控制影响的研究

王凌霄，董荣娜，周冰，等. 人机交互智能管理对初发 2 型糖尿病患者血糖控制影响的研究［J］. 中国全科医学，2022. ［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0784.

王凌霄，董荣娜，周冰，郭丽娜，李晶*

基金项目：天津市教育委员会哲学社科重点项目"天津市代谢性慢病防控体系的构建研究"（项目编号：2019JWZD54）；天津医科大学朱宪彝纪念医院科研基金"三一照护"糖尿病诊疗模式卫生经济学评价"（项目编号：2019ZXY04）；天津医科大学医院管理创新研究项目"后疫情时代基于柏拉图分析法研究医院的科研管理模式"（项目编号：2020YG20）

1.300134 天津市，天津医科大学朱宪彝纪念医院、天津市内分泌研究所、国家卫健委激素与发育重点实验室、天津市代谢性疾病重点实验室

*通信作者：李晶，副主任医师；Email：2003-victor@163.com

【摘要】 背景 对初发 2 型糖尿病（T2DM）患者进行早期干预有助于延缓糖尿病进展。人机交互智能血糖监测管理作为一种新型健康干预管理模式，其对初发 T2DM 患者疾病进展所起作用尚未明确。**目的** 探讨人机交互智能管理对初发 T2DM 患者血糖控制和自护行为影响，为 T2DM 患者管理策略提供参考依据。**方法** 采用方便抽样法抽取 2016 年 6 月至 12 月于天津医科大学朱宪彝纪念医院就诊的初发 T2DM 患者 200 例，随机数字法将入组研究对象分为血糖监测组与对照组，血糖监测组除采用人机交互智能血糖监测外干预同对照组，记录患者入组时和随访 3 个月后血糖和自护行为指标，应用 SPSS 软件独立样本 t 检验组间差异比较，多重线性回归分析血糖影响因素。**结果** 与干预前相比，两组患者空腹血糖（FBG）、餐后 2h 血糖（2hPG）、糖化血红蛋白（HbA1c）水平均显著降低（$P<0.05$），糖尿病管理自我效能量表（DSMES）各项评分增高（$P<0.05$）；血糖监测组血糖水平降低更显著（$P<0.05$），糖尿病自我管理行为量表（SDSCA）、2 型糖尿病患者自护行为量表（2-DSCS）和 DSMES 量表各项评分均高于对照组（$P<0.05$）；血糖监测行为改善初发 T2DM 患者 2hPG 和 HbA1c 水平，坚持药物治疗和糖尿病饮食控制促进整体血糖控制（$P<0.05$）。**结论** 人机交互智能血糖监测管理通过改善血糖监测、药物治疗和饮食控制等健康行为提高血糖管理效率，为初发 T2DM 患者提供管理干预方式。

【关键词】 糖尿病，2 型；人机交互；血糖管理；自我管理行为；管理自我效能

Analysis of the influencing factors of blood glucose in newly diagnosed type 2 diabetes mellitus patients under human-computer interaction comprehensive management

WANG Lingxiao, Dong Rongna, Zhou Bing, Guo Lina, Li Jing

1.NHC Key Laboratory of Hormones and Development, Tianjin Key Laboratory of Metabolic Diseases, Chu Hsien-I Memorial Hospital & Tianjin Institute of Endocrinology, Tianjin Medical University , Tianjin 300134, China

**Corresponding author：Li Jing，Deputy chief physician；E-mail：2003-victor@163.com*

【Abstract】Background Early intervention of blood glucose control in patients with newly diagnosed type 2 diabetes(T2DM) is helpful to control the progression of diabetes and the occurrence of complications. Human-computer interactive monitoring management is a new form of health management, which the influence in diabetic patients is unclear**. Objective** To explore the influencing factors of blood glucose control and self-management level on the basis of human-computer interaction monitoring comprehensive management，and to provide the reference for optimizing the control strategy in newly diagnosed T2DM patients. **Methods** From June 2016 to December 2016, 200 patients with newly diagnosed T2DM admitted to the Chu Hsien-I Memorial Hospital were randomly divided into the control group (n=100) and the monitoring group (n=100). Monitoring group get extra medical software intervention. Blood glucose and self-management level were measured before and after the 3 months intervention in the two groups. The multiple linear regression model and other statistical methods were used to analyze the data, by using software SPSS. **Results** Before the intervention, there was no significant difference on baseline level indicators. At the end of 3 months, compared with that before the observation, FBG, 2hPG and HbA1c in the two groups decreased significantly ($P<0.05$), the monitoring group was less than that in the control group ($P<0.05$), the total DSMES score, 2-DSCS score and SDSCA score of the monitoring group were significantly higher as well ($P<0.05$). Through multiple linear regression model, it was found that blood glucose monitoring was helpful for lowering 2hPG and HbA1c levels, moreover, adherence to drug therapy and diet control management reduced FBG, 2hPG, HbA1c levels in newly diagnosed T2DM patients($P<0.05$). **Conclusion**: Human-computer interaction comprehensive management was able to

effectively improve blood glucose control of newly diagnosed T2DM patients by blood glucose monitoring, drug treatment and diet control behavior.

【Key words】Diabetes mellitus，type 2; Human-computer interaction; Blood glucose control; Self-care behavior; Management self-efficacy.

前言

糖尿病流行严重威胁全球人民健康，2017 年约有 4.25 亿人患糖尿病，我国高达 1.14 亿，且持续增高居世界首位[1]。糖尿病人群以 2 型糖尿病患者（type 2 diabetes mellitus, T2DM）为主，高血糖是主要病理生理表现，引起全身血管及神经病变。血糖控制达标是改善初发 T2DM 患者预后的重要参考指标，血糖控制不仅依靠药物调控，还需经饮食、运动、血糖监测等多方面综合管理，研究表明[2]，自我管理行为是 T2DM 患者血糖管理的关键因素。人机交互智能管理干预对初发 T2DM 患者影响尚不明确，本研究探讨其在血糖控制和自我管理中的作用，旨在为初发 T2DM 患者健康管理有效模式提供参考数据。

1 对象与方法

1.1 样本量计算

两样本均数比较的样本含量计算公式：$n_1=n_2=2[(Z_{\alpha/2}+Z_\beta)\sigma/\delta]^2$。设检验水准 α=0.05，检验效能 1-β=0.9，主要研究指标为 HbA1c，σ 为 HbA1c 的总体标准差估计值，δ 为两样本均数差值。根据相关文献[3]，σ=1.8，δ=0.9，$Z_{0.05/2}=1.96$，$Z_{0.10}=1.282$ 代入公式，得到每组样本含量为 84.08，估算最少需要各纳入研究对象 85 例，考虑 15%失访率以及实际数据可获得性，最终计算分别需纳入 100 例研究对象。

1.2 研究对象

纳入标准：（1）符合 1999 年世界卫生组织公布的 T2DM 诊断标准；（3）年龄≥18 岁者；（2）近一月内初次诊断为 T2DM；（4）有能力使用智能手机、血糖监测仪。

排除标准：（1）合并严重心、脑、肾等器官功能障碍者；（2）既往精神疾病史者；（3）孕妇、拟妊娠或哺乳期妇女；（4）三个月之内接受类固醇激素、他莫昔芬、胺碘酮、甲氨蝶呤等影响血糖的药物治疗者；（5）有内分泌疾患，如甲亢、皮质醇增多症等；（6）正在接受放、化疗的肿瘤患者。

研究对象签署知情同意书，研究过程中病情出现恶化或出现其他并发症须更换治疗方案等情况时则终止实验，本研究经过医院伦理管理委员会的批准，审批编号：DXBYYhMEC2015-21。

1.3 研究方法

使用随机数字表法随机分组，分组方案依次保存至顺序编号的密封不透明信封中，由研究设计者进行保管。以便利抽样的方法抽取在天津医科大学朱宪彝纪念医院（天津医科大学代谢病医院）2016 年 6 月-12 月期间门诊就诊符合纳入研究标准的初发 T2DM 患者 200 例，依次编号入组打开相应编号信封，按照信封内分组方案将患者分为血糖监测组和对照组，对照组采用糖尿病门诊规范化管理，血糖监测组额外人机交互血糖监测干预管理，为期 3 个月干预后随访研究指标。

对照组实施门诊常规管理模式，包括发放糖尿病健康知识手册，每月开展 1 次健康教育讲座，邀请患者、家属或陪护人员参与等，共干预 3 个月；干预组除接受常规管理模式外实施人机交互血糖监测管理，由主治医师、责任护士和患者组成管理小组推动工作。人机交互管理由怡诺医生作为技术支持，硬件怡诺血糖仪测取血糖，血糖监测值实时更新至患者配备的手机软件中，结合线上医生工作站管理平台共使用，平台线上使用服务涵盖患者健康账号、线上健康咨询及提醒服务、电子健康档案等。患者检测血糖后，血糖数据以无线实时上传的方式转送至手机软件进行存储归档，患者可查询血糖波动图形，同时软件应用警示系统，患者高血糖和低血糖时警示患者做出相应的处理；主治医师登录系统可知晓患者血糖波动，每周协助护士制定护理方案，责任护士为患者建立个体档案、制订管理方案以及协助患者建立健康的生活方式，落实护理操作，每周在发送健康提示短信，针对血糖波动患者回访提醒督促定期门诊随访，并每周组织监测组共性问题集体宣教，活动内容涵盖糖尿病饮食、运动、血糖监测、药物治疗、心理健康、足部护理、就医时机等，答疑饮食管理、运动治疗等健康教育问题，患者间可相互学习讨论、交流经验，促进健康行为；患者门诊复诊时，主管医生为分析血糖波动图，为患者开具健康处方，针对患者血糖管理疑问进行解答给予指导，督促参与每周责任护士宣教会进一步巩固知识学习，患者参与血糖管理反馈，不断完善管理血糖健康行为。随访过程中，血糖监测组患者获赠智能血糖仪及为期 3 个月的耗材，共干预 3 个月。入组时使用量表评估两组研究对象糖尿病管理自我效能，监测血糖代谢指标，干预结束时对应记录患者随访血糖和自护行为指标。

1.4 观察指标

通过问卷调查收集研究对象基本资料，结合相应量表评估患者自我管理能力，监测相关代谢指标。其中 T2DM 患者血糖达标标准：空腹血糖（Fasting Blood Glucose, FBG）4.4～7.0 mmol/L、餐后 2 小时血糖（2-hour Postprandial

Blood Glucose, 2hPG）＜10.0 mmol/L、糖化血红蛋白（Glycated Hemoglobin A, HbAlc）＜7%。血糖达标率=血糖达标例数÷总例数×100%。

糖尿病管理自我效能量表（Diabetes Management Self-efficacy Scale，DMSES）用来评价糖尿病患者健康管理具有的信念、判断或主体自我感受，自我效能是改变健康行为最有效的因素。根据 McDowell 等在 2005 年编制的量表基础上确定中文版 DMSES[4]，包含健康饮食、健康行为、饮食与血糖、遵嘱服药 4 个维度，共 20 个条目，每个条目按照 0～10 分为 11 个等级，分值为 0～200 分，分数越高说明自我效能越高。

自我管理行为量表（Summary of Diabetes Self-care Activities，SDSCA）评估糖尿病患者自我管理能力。SDSCA 量表由 Toobert 等修订，我国万巧琴等[5]对其进行翻译，患者在 7 天内能够合理管理血糖的相应行为天数为每项评估得分。SDSCA 量表结构清晰，条目较少但较全面，分数与有效行为构成正比，较客观准确地评估患者的自我管理现状。

T2DM 自护行为量表（Diabetes Self-Care Scale，2-DSCS）是由 Hurley 等开发的用来评估患者长期自我管理行为的量表，台湾王璟璇等[6]1998 年对该量表进行了汉化编制，分为饮食控制、规律锻炼、遵嘱用药、血糖监测、足部护理、预防及处理高低血糖 6 个维度。

1.5 质量控制

问卷发放及回收由经过统一培训的调查员进行，向患者解释问卷填写的目的、意义，签署知情同意书，就漏填、误填的信息及时检查协助患者补充和修改。双人核查并录入数据，多选、错填或漏填率超过 5%则视为无效问卷。本次研究共发放调查问卷 200 份，回收有效问卷 192 份，有效回收率 96%。

1.6 统计学方法

应用 SPSS19.0 数据统计学分析。计数资料以率[n（%）]描述，χ^2检验比较组间差异；正态分布计量资料以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）描述，独立样本 t 检验比较两组间差异，非正态则中位数（四分位数间距）[M（P75-P25）]描述，Mann-Whitney U 秩和检验比较组间差异；秩相关使用 Spearman 相关分析；多重线性回归模型分析影响血糖水平的因素，P<0.05 表示差异有统计学意义，检验水平 α=0.05。

2 结果

2.1 一般资料情况

随访 3 个月后，血糖监测组剩余患者 95 例（1 例因病情变化无法参与实验，1 例无法联系、3 例自动退出研究），对照组剩余患者 97 例（1 例因手术退出研究、2 例自动退出研究），两组基线水平指标无差异（P>0.05），见表 1。

表 1 两组患者基本特征比较

Table 1 Comparison of general conditions between blood glucose monitoring group and control group

基本特征	对照组(n=97)	血糖监测组（n=95）	t(χ^2)值	P 值
性别〔n(%)〕			0.172	0.678
女	39（40.2%）	41（43.2%）		
男	58（59.8%）	54（56.8%）		
年龄〔岁〕	51.63±13.00	51.51±12.53	0.067	0.947
婚姻〔n(%)〕			0.502	0.778
未婚	16（16.5%）	18（18.9%）		
已婚	63（64.9%）	57（60.0%）		
其他	18（18.6%）	20（21.1%）		
饮酒史〔n(%)〕			2.288	0.319
不饮酒	46（47.4%）	35（36.8%）		
偶尔	37（38.1%）	45（47.4%）		
经常	14（14.4%）	15（15.8%）		
吸烟史〔n(%)〕			0.468	0.792
不吸烟	44（45.4%）	45（47.4%）		
偶尔吸烟	38（39.2%）	33（34.7%）		
经常吸烟	15（15.5%）	17（17.9%）		
糖尿病家族史〔n(%)〕			0.316	0.574
无	58（59.8%）	53（55.8%）		

有	39（40.2%）	42（44.2%）		
家庭人均月收入（元）			1.729	0.421
<3000	21(21.6%)	24(25.3%)		
3000-7000	50(51.5%)	40(42.1%)		
>7000	26(26.8%)	31(32.6%)		
病程			0.505	0.777
不到 1 年	32（33.0%）	33（34.7%）		
1-5 年	47（48.5%）	48（50.5%）		
超过 5 年	18（18.6%）	14（14.7%）		
健康教育			0.500	0.479
无	60（61.9%）	54（56.8%）		
有	37（38.1%）	41（43.2%）		
并发症			0.185	0.667
无	51（52.6%）	47（49.5%）		
有	46（47.4%）	48（50.5%）		
文化程度〔n(%)〕			1.706	0.426
小学以下	30(30.9%)	26(27.4%)		
初中、高中、中专等	35(36.1%)	43(45.3%)		
大专及以上	32(33.0%)	26(27.4%)		
职业〔n(%)〕			0.149	0.928
轻度强度工作	49（50.5%）	49（51.6%）		
中等强度工作	37（38.1%）	34（35.8%）		
重度强度工作	11（11.3%）	12（12.6%）		
BMI（kg/m^2）	26.44±1.64	26.41±1.80	0.158	0.875

备注：BMI=身体质量指数（Body Mass Index）

2.2　干预后血糖水平比较

两组患者干预后 FBG、2hPG、HbAlc 水平均降低（P＜0.05），血糖监测组更为显著（P＜0.05），见表 2；干预后血糖监测组 FBG 达标 67 人（70.5%），对照组 31 人（32.0%），血糖监测组 2hPG 达标 49 人（51.6%），对照组 30 人（30.9%），血糖监测组 HbA1c 达标 67 人（70.5%），对照组 29 人（29.9%），血糖达标率均高于对照组（P<0.05）。

表 2　两组患者血糖水平比较

Table 2　Comparison of blood glucose levels between two groups

组别	例数	FBG(mmol/L)		2hPG(mmol/L)		HbA1c(%)	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	97	9.25±1.27	7.42±0.91*	15.66±2.20	11.19±1.64*	8.40±0.60	7.38±0.58*
血糖监测组	95	9.19±1.28	6.56±0.73*#	15.58±2.16*#	9.97±1.43*#	8.33±0.62	6.72±0.50*#
t 值		0.295	7.164	0.263	5.461	0.853	8.466
P 值		0.768	<0.001	0.793	<0.001	0.395	<0.001

备注：*，与干预前比较，P＜0.05；#，与对照组比较，P＜0.05；FBG=空腹血糖，2hPG=餐后 2h 血糖，HbA1c=糖化血红蛋白

2.3　糖尿病管理自我效能、糖尿病自我管理能力和自护行为能力比较

干预前两组患者 DMSES 各项评分无差异（P>0.05），干预后评分显著提高（P<0.05），血糖监测组均高于对照组（P<0.05），见表 3；干预后血糖监测组 SDSCA 量表各项自我管理行为评分和总分均高于对照组（P<0.05），见表 4，血糖监测组 2-DSCS 量表评分和总分均高于对照组（P<0.05），见表 5，差异均有统计学意义。

Spearman 相关分析结果显示，初发 T2DM 患者管理自我效能水平同自护行为、糖尿病自我管理行为能力正相关，相关系数分别为 0.909 和 0.872，P<0.01；自护行为与自我管理行为正相关，相关系数为 0.917，P<0.01。

表 3　两组患者 DMSES 量表评分比较

Table 3　Comparison of DMSES scores between the two groups

组别	例数	健康饮食		饮食与血糖		健康行为		医嘱用药		总分	
		干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
对照组	97	34（30，36）	40（38，43）*	29（27，31）	35.39±3.52*	33（32，35）	41.36±4.34*	19（17，20）	24（22，26）*	113.16±9.73	141.56±12.46*
血糖监测组	95	33（30，35）	44（41，47）*#	28（26，30）	38.01±3.43*#	34（31，35）	43.18±3.83*#	19（18，20）	26（24，28）*#	112.85±8.41	150.91±12.07*#
t（Z）值		-0.752	-5.131	-1.503	-5.219	-0.628	-3.078	-0.883	-4.347	0.238	-5.280
P 值		0.452	<0.001	0.133	<0.001	0.530	0.002	0.377	<0.001	0.812	<0.001

备注：*，与干预前比较，P＜0.05；#，与对照组比较，P＜0.05。

表 4　两组患者 SDSCA 评分比较

Table 4　Comparison of SDSCA scores between the two groups

组别	例数	普通饮食	特殊饮食	运动	血糖监测	足部护理	药物	总分
对照组	97	8(7,10)	8(6,10)	4(3,6)	7(5,8)	5(4,7)	6(5,6)	39.61±7.92
血糖监测组	95	10(9,11)	10(9,12)	5(4,7)	9(7,10)	7(6,8)	6(6,7)	47.07±6.03
Z 值		-4.896	-4.965	-3.387	-5.454	-5.860	-3.583	-7.336
P 值		<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 5　两组患者 2-DSCS 量表评分比较

Table 5　Comparison of 2-DSCS scores between the two groups

组别	例数	饮食控制	规律锻炼	遵嘱用药	血糖监测	足部护理	预防及处理高、低血糖	总分
对照组	97	19.86±3.17	11(9,13.5)	12(11,14)	12(11,15)	13(11,15)	14(13,16)	83(73,93.5)
血糖监测组	95	22.28±2.77	13(12,14)	13(12,15)	15(13,16)	16(14,17)	16(15,17)	95(89,103)
t（Z）值		-5.646	-3.923	-3.886	-5.541	-6.592	-5.941	-6.124
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4　初发 T2DM 患者血糖影响因素的多元线性回归分析

以干预后患者 HbA1c 水平为因变量，2-DSCS 量表中各项自护行为评分为自变量纳入多重线性回归模型分析，结果显示饮食控制、医嘱服药、血糖监测、规律锻炼和预防及处理高、低血糖行为是降低 HbA1c 水平的有利因素（P<0.05）；分别以 FBG 和 2hPG 水平作为因变量，SDSCA 量表中各项管理行为评分作为自变量纳入多重线性回归模型分析，其中普通饮食、特殊饮食和药物健康管理行为是降低 FBG、2hPG 水平的有利因素，血糖监测行为促进降低 2hPG 水平（P<0.05），结果均见表 6。

表 6　初发 T2DM 患者 HbA1c、FBG、2hPG 影响因素的多元线性回归分析

Table 6　Multiple linear regression analysis of influencing factors of HbA1c, FBG and 2hPG in first diagnosed T2DM patients

因变量	自变量	B	CI（95%）	SE	β	t 值	P 值
HbA1c	常量	11.121	（10.878，11.364）	0.123	-	90.171	＜0.001
	饮食控制	-0.063	（-0.083，-0.044）	0.010	-0.321	-6.513	＜0.001
	医嘱服药	-0.051	（-0.086，-0.017）	0.018	-0.145	-2.915	0.004
	血糖监测	-0.049	（-0.070，-0.027）	0.011	-0.166	-4.376	＜0.001
	锻炼	-0.033	（-0.052，-0.013）	0.010	-0.133	-3.309	0.001
	预防及处理高、低血糖	-0.069	（-0.093，-0.045）	0.012	-0.282	-5.746	＜0.001
FBG	常量	10.988	（10.292，11.683）	0.353	-	31.158	＜0.001
	普通饮食	-0.165	（-0.247，-0.082）	0.042	-0.349	-3.935	＜0.001
	特殊饮食	-0.099	（-0.175，-0.024）	0.038	-0.245	-2.584	0.011
	药物	-0.260	（-0.412，-0.107）	0.077	-0.228	-3.351	0.001
2hPG	常量	18.002	（17.070，18.933）	0.472	-	38.116	＜0.001

普通饮食	-0.151	（-0.261，-0.040）	0.056	-0.179	-2.690	0.008
特殊饮食	-0.330	（-0.438，-0.223）	0.054	-0.457	-6.070	＜0.001
药物	-0.280	（-0.488，-0.072）	0.105	-0.138	-2.661	0.008
血糖监测	-0.171	（-0.250，-0.091）	0.040	-0.206	-4.231	＜0.001

备注：HbA1c=糖化血红蛋白，FBG=空腹血糖，2hPG=餐后 2h 血糖

3 讨论

人机交互（Human-Computer Interaction, HCI）通过信息系统的建模、形式化描述、整合算法、评估方法以及软件框架等信息技术最终实现和应用人机交互理论的技术。随着智能技术的发展，语音交互、手势识别、图像识别、脑机接口等已经成为非常常见的人机交互形式，其应用大大促进人工智能技术发展[7]。在医疗卫生领域，由于其监测和参考职能，人机界面设计更为具体和严谨，医疗监测设备要求表达更准确，要求操作及时简单[8]。HCI 技术优化医疗工作流程、提供精准医疗，有效地支持医务人员诊疗行为和循证推理，在临床决策支持系统、电子健康记录、医疗影像系统以及其他协作工作的应用计算机化工具中集成、分析数据和检索整合医疗数据[9]。

本研究中血糖监测系统更新接口，做到电子健康记录界面可视化，基于血糖数据信息化提供临床决策。患者通过血糖监测设备记录数据，医生在网络另一端完成连续的数据收集和解释，对患者整体治疗水平进行准确评估，患者在门诊就诊时可直接参与临床决策，医疗团队对患者血糖变化情况进行全面掌握，通过远程监控、数字化咨询、共享决策方案等，从而建立以患者为中心医疗保健。另外，护士也能通过查看患者的血糖波动趋势图，了解患者的病情，为糖尿病患者提供更适合的知识教育方式和内容；与传统血糖检测流程相比，可以对患者血糖检测的时间和次数自动统计，不需要手写一一记录，有效提高患者血糖监测依从性和成就感。

血糖控制达标可以延缓 T2DM 并发症的发生和发展，目前观点认为血糖具有“代谢记忆”效应，发病初期“高糖毒性”对患者组织器官的造成严重损伤，故早期干预使血糖达标对于糖尿病并发症的预防具有重要临床意义[10]，也是糖尿病防治三级预防中重要环节。初发 T2DM 患者多因查体或诊疗其他疾病过程中意外确诊，或仅以临床并发症作为初发原因入院治疗，患者出现症状被诊断出糖尿病时大约病程 2~7 年，大多未接收系统糖尿病基础教育，从而错过最佳血糖制干预时机[11]。本研究中，随访结束后两组初发 T2DM 患者 FPG、2hPG、HbA1c 水平均降低，与对照组相比，血糖监测组血糖改善水平更为显著，提示人机交互管理血糖监测干预有利于初发 T2DM 患者控制血糖，为患者提供持续化的诊疗服务，在改善血糖治疗上有更好的治疗指导意义[12]。

T2DM 患者血糖控制与自我管理能力密切相关，自我管理行为是对血糖控制直接影响因素，也是预防、控制糖尿病急性并发症发生和降低慢性并发症风险的关键[13,14]。本研究中，血糖监测 2-DSCS 量表和 SDSCA 量表各项管理行为评分、总分均高于对照组，提示以人机交互智能监测管理为基础的干预促进提高初发 T2DM 患者短期和长期的自我管理能力，这与血糖监测组血糖监测频率升高，及时可获得性有针对性调整治疗方案具备的优势有关，克服传统糖尿病治疗模式中患者就诊单一被动信息接收者的弊端，近几年“互联网+”技术的快速发展，机构联合监管患者提供延续性医疗服务，在控制糖尿病患者血糖，提高自我管理水平和患者生活质量中逐渐显示优势[15]。

自我效能是指个体对自己执行某一特定行为并达到预期结果的能力的自信心，很大程度地影响行为的选择和持续，是改变健康行为最有效的因素，也是糖尿病患者自我管理行为的最佳提示因子[16]。本研究中，初发 T2DM 患者 DSMES 量表评分同自护行为评分、自我管理评分正相关，个体的自我效能与行为是相互作用、相互影响、相互促进的关系[17]，两组患者在干预后 DSMES 评分均升高，提示初发 T2DM 患者在治疗期间对糖尿病的认识层层递进，对糖尿病管理信心不断提高，血糖监测组管理自我效能改善更明显，故人机交互干预的监测血糖利于提高治疗意识，发挥主观能动性做出健康决策，针对糖尿病危害重视自我管理行为约束，提高行为依从性，这与国外研究利用连续血糖监测系统通过模式管理的结果相一致[18]。

在本研究中，饮食控制、规律锻炼、遵嘱用药、血糖监测、预防及处理高低血糖这五项自护行为依从性是降低 HbA1c 水平的有利因素，初发 T2DM 患者 FBG、2hPG 水平受管理行为中普通饮食、特殊饮食和药物依从性影响，血糖监测行为依从性主要影响 2hPG 水平，与糖尿病患者血糖控制的相关研究一致[19,20]。血糖监测有助于初发 T2DM 患者及时修正自身行为，调整生活方式，降低血糖波动；遵嘱服药行为同其他管理行为相比，具备可获得性和见效快的特点，可获取直接成功体验；饮食习惯对糖尿病患者的影响是长久的，通过改变患者的饮食习惯进而改善患者的健康状况具有高度的可行性[21]。人机交互智能血糖监测管理可改善初发 T2DM 患者自护行为，通过改善血糖监测、药物治疗和饮食控制等行为提高人群血糖管理能力，以此基础的干预具备更好的优势。

2019 年新冠肺炎疫情持续至今严重影响了慢性疾病患者的生活，新冠患者中合并糖尿病死亡风险更高[22]，社交距离限制阻碍了糖尿病患者自我管理，包括血糖控制不达标、糖尿病相关压力增加、运动范围受限和就诊次数减少，这在血糖控制和减少急性和长期并发症风险方面存在极大隐患，因此，未来的干预应以慢性病在线管理为重点，支持在线咨询的发展和推广，克服物理距离，方便地提供个性化服务[19]。提倡构建网络干预模式，通过多元化的电子

通讯平台加强慢病院外延续性护理，在疫情下，无接触、及时干预的线上干预手机交互管理互联网医疗需求更加明显[23]。

通过积极干预糖尿病初发患者的生活方式可以降低糖尿病的并发症的发生风险，减轻社会负担，从根本上降低糖尿病的致残率，减少疾病的医疗费用，本文提供了一种可借鉴的方式。本研究同时存在限制因素，样本的选择上应该扩充更多地点、数量，时间依从性的改变也缺乏持续性记录，建议纳入更多样本的多中心研究，并记录长期多时间点依从性结果，进一步探讨卫生经济学效益等相关数据。

本研究通过探讨人机交互智能血糖监测管理干预对初发 T2DM 患者血糖控制和自我管理行为的影响，为初发 T2DM 患者的自我管理能力干预方式提供研究数据，进一步提高血糖管理效率。

作者贡献：王凌霄、董荣娜进行研究的构思与设计、研究的可行性分析、文献收集、数据整理，撰写论文；周冰、郭丽娜参与数据收集与整理；王凌霄、周冰进行论文的修订；李晶负责文章的质量控制及审校，监督管理，对文章整体负责；所有作者确认了论文的最终稿。

利益冲突情况　本文无利益冲突。

参考文献

[1] Galicia-Garcia U, Benito-Vicente A, Jebari S, et al. Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus[J]. Int J Mol Sci. 2020, 21(17):6275. DOI: 10.3390/ijms21176275.

[2] 金玲玲,叶青,马雨杨,等. 社区 2 型糖尿病患者自我管理能力“三位一体”糖尿病精细化管理模式干预效果评价[J]. 中国公共卫生, 2020, 36(5):810-813. DOI:10.11847/zgggws1121368.

JIN L L, YE Q, MA Y Y, et al. Effect of trinity involved comprehensive disease management program on self-management ability among community type 2 diabetic mellitus patients:a 2-year intervention study[J]. Chin J Public Health, 2020, 36(5):810-813. DOI:10.11847/zgggws1121368.

[3] 李薇,张艳,季宇,等. 初发糖尿病患者健康教育与管理[J].中国现代医药杂志, 2015, 17(6):90-91. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9463.2015.06.031.

LI W, ZHANG Y, JI Y, et al. Health education and management of newly diagnosed diabetic patients[J]. Modern Medicine Journal of China, 2015, 17(6):90-91. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9463.2015.06.031.

[4] 陈琪,王泽洲,陈宇红,等. 上海市三级医院门诊患者糖尿病管理自我效能量表的信度与效度评估[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2016, 36(5):724-729. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115.2016.05.022.

CHEN Q, WANG Z Z, CHEN Y H, et al. Evaluation of the reliability and validity of the Diabetes Management Self-Efficacy Scale for diabetic outpatients in third level hospitals in Shanghai[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University(Medical Science), 2016, 36(5):724-729. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8115.2016.05.022.

[5] 万巧琴,尚少梅,来小彬,等. 2 型糖尿病患者自我管理行为量表的信、效度研究[J]. 中国实用护理杂志, 2008, 24(7):26-27. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2008.07.009.

WAN Q Q, SHANG S M, LAI X B， et al. Study on the reliability and validity of summary of diabetes self-care activities for type 2 diabetes patients[J]．Chin J Prac Nurs, 2008, 24(7):26-27. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2008.07.009.

[6] 王憬漩,王瑞霞,林秋菌.门诊诊断初期非胰岛素依赖型糖尿病患者的自我照顾行为及其相关因素之探讨[J]. 护理学报, 1998, 45(2):60-73.

Wang J S, Wang R H, Lin Q J. Self-care behavior and related factors in outpatients newly diagnosed with non-insulin-dependent diabetes mellitus[J]. Journal of Nursing(China), 1998, 45(2):60~74.

[7] 范向民,范俊君,田丰,等. 人机交互与人工智能:从交替浮沉到协同共进[J]. 中国科学:信息科学, 2019, 49(3):361-368.

FAN XM, FAN JJ, TIAN F, et al. Human-computer interaction and artificial intelligence: from competition to integration[J]. Science in China(Information Sciences), 2019, 49(3):361-368.

[8] Li X, Xu Y. Role of Human-Computer Interaction Healthcare System in the Teaching of Physiology and Medicine[J]. Comput Intell Neurosci, 2022, 2022:5849736. DOI: 10.1155/2022/5849736.

[9] Rundo L, Pirrone R, Vitabile S, et al. Recent advances of HCI in decision-making tasks for optimized clinical workflows and precision medicine[J]. J Biomed Inform, 2020, 108:103479. DOI: 10.1016/j.jbi.2020.103479.

[10] Yao Y, Song Q, Hu C, et al. Endothelial cell metabolic memory causes cardiovascular dysfunction in diabetes[J]. Cardiovasc Res, 2022, 118(1):196-211. DOI: 10.1093/cvr/cvab013.

[11] Laiteerapong N, Ham SA, Gao Y, et al. The Legacy Effect in Type 2 Diabetes: Impact of Early Glycemic Control on Future Complications (The Diabetes & Aging Study) [J]. Diabetes Care, 2019, 42(3):416-426. DOI: 10.2337/dc17-1144.

[12] 蒋云雯,孙俐,李晶,等. 综合管理模式下糖尿病患者糖化血红蛋白达标结果及影响因素分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2020, 28(2):121-125. DOI: 10.16386/j.cjpccd.issn.1004-6194.2020.02.009.
JIANG Y W, SUN L, LI J, et al. Analysis of the reaching standard and influencing factors of glycated hemoglobin in diabetes patients under comprehensive management[J]. Chin J Prev Contr Chron Dis, 2020, 28(2):121-125. DOI: 10.16386/j.cjpccd.issn.1004-6194.2020.02.009.
[13] El-Radad HM, Sayed Ahmed HA, Eldahshan NA. The relationship between self-care activities, social support, and glycemic control in primary healthcare patients with type 2 diabetes[J]. Diabetol Int, 2022, 30:1-11. DOI: 10.1007/s13340-022-00598-7.
[14] Qi X, Xu J, Chen G, et al. Self-management behavior and fasting plasma glucose control in patients with type 2 diabetes mellitus over 60 years old: multiple effects of social support on quality of life[J]. Health Qual Life Outcomes, 2021, 19(1):254. DOI: 10.1186/s12955-021-01881-y.
[15] 王淇,吴浩,魏学娟,等.方庄社区卫生服务中心应用移动终端 APP 进行糖尿病管理的效果评价研究[J]. 中国全科医学, 2020, 23(7):844-848. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.674.
WANG Q，WU H，WEI X J，et al．Patient self-management of diabetes using the mobile terminal APP：a self-controlled，comparative study in Fangzhuang Community Health Service Center[J]. Chinese General Practice, 2020, 23(7):844-848. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.674.
[16] 毛凡,姜莹莹,夏章,等. 社区自我管理小组干预后 2 型糖尿病患者自我效能的变化及其影响因素分析[J].中华预防医学杂志, 2022, 56(7):932-939. DOI:10.3760/cma.j.cn112150-20220310-00222.
Mao F , Jiang Y Y , Xia Z, et al. Analysis of changes in self-efficacy and its influencing factors in type 2 diabetic patients after community-based self-management group intervention[J]. Chin J Prev Med, 2022, 56(7):932-939. DOI: 10.3760/cma.j.cn112150-20220310-00222.
[17] Wang Y, Zeng Z, Ding J, et al. Fear of hypoglycaemia among patients with type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional study[J]. Sci Rep, 2021, 11(1):7971. DOI: 10.1038/s41598-021-86954-0.
[18] Lee SK, Shin DH, Kim YH, et al. Effect of Diabetes Education Through Pattern Management on Self-Care and Self-Efficacy in Patients with Type 2 Diabetes[J]. Int J Environ Res Public Health, 2019, 16(18):3323. DOI: 10.3390/ijerph16183323.
[19] Yu X, Chau JPC, Huo L, et al. The effects of a nurse-led integrative medicine-based structured education program on self-management behaviors among individuals with newly diagnosed type 2 diabetes: a randomized controlled trial[J]. BMC Nurs, 2022, 21(1):217. DOI: 10.1186/s12912-022-00970-7.
[20] 杨红霞. 社区 2 型糖尿病患者的自我管理行为与其血糖控制的相关性分析[J]. 当代临床医刊, 2020, 33(1):91,88. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9559.2020.01.061.
YANG HX. Correlation between self-management behavior and glycemic control in community patients with type 2 diabetes mellitus[J]. Journal of Contemporary Clinical Medicine, 2020, 33(1):91,88. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9559.2020. 01.061.
[21] da Rocha RB, Silva CS, Cardoso VS. Self-Care in Adults with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review[J]. Curr Diabetes Rev. 2020, 16(6):598-607. DOI: 10.2174/1573399815666190702161849.
[22] Jacob E, Avery A. Energy-restricted interventions are effective for the remission of newly diagnosed type 2 diabetes: A systematic review of the evidence base[J]. Obes Sci Pract, 2021, 7(5):606-618. DOI: 10.1002/osp4.504.
[23] Aminuddin HB, Jiao N, Jiang Y, et al. Effectiveness of smartphone-based self-management interventions on self-efficacy, self-care activities, health-related quality of life and clinical outcomes in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Nurs Stud, 2021, 116:103286. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2019.02.003.